

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **04-181725**

(43)Date of publication of application : **29.06.1992**

(51)Int.CI.

H01L 21/302  
H01L 21/205  
H05B 3/20

(21)Application number : **02-308759** (71)Applicant : **NGK INSULATORS LTD**

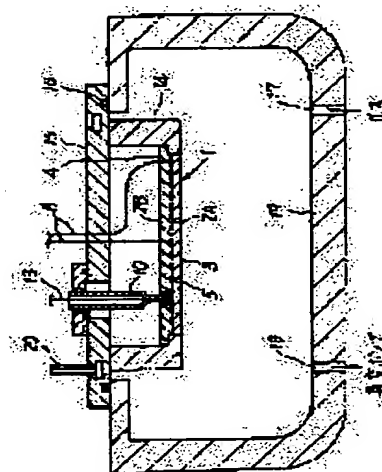
(22)Date of filing : **16.11.1990** (72)Inventor : **NOBORI KAZUHIRO**  
**USHIGOE RYUSUKE**

## (54) CERAMIC HEATER FOR HEATING SEMICONDUCTOR WAFER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To contrive to improve heat efficiency and to make heat uniform on a wafer heating surface by a method wherein a heat conducting rate of a ceramic substrate on the side of the wafer heating surface is made higher than the heat conducting rate of the ceramic substrate on the side of the back surface.

**CONSTITUTION:** Gas is supplied from a gas supplying hole 17 to inside a vessel 19 and is discharged from a sucking hole 18. Power is supplied from outside through a cable 8 at a central and end portion of a ceramic heater 1. Also, a flange 15 with a cooling jacket 20 covering an upper surface of a casing 14 is sealed between itself and a side wall of the vessel 19 with an O ring 16, as a result a ceiling surface of the vessel 19 is constituted. Also, a hollow sheath 10 on the side of a back surface 4 of the ceramic heater 1 is fitted, and a thermopile 13 is accommodated and fixed in a space inside the hollow sheath 10. A heat conducting rate of a ceramic substrate 2A on the side of the wafer heating surface 3 is made higher than the heat conducting rate of a ceramic substrate 2B on the side of the back surface 4. Thus, an attempt is made to improve heat efficiency and make heat uniform on the wafer heating surface.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-181725

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)6月29日

H 01 L 21/302  
21/205  
H 05 B 3/20

B 7353-4M  
7739-4M  
7103-3K

3 5 6

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体ウェハー加熱用セラミックスヒーター

⑯ 特 願 平2-308759

⑰ 出 願 平2(1990)11月16日

⑱ 発 明 者 梶 和 宏 愛知県葉栗郡木曾川町大字黒田字北宿二ノ切66番地の1  
⑲ 発 明 者 牛 越 隆 介 愛知県半田市新宮町1丁目106番地 日本碍子新宮アパート206号  
⑳ 出 願 人 日本碍子株式会社 愛知県名古屋市中区瑞穂区須田町2番56号  
㉑ 代 理 人 弁理士 杉村 暁秀 外5名

明 細 書

1. 発明の名称 半導体ウェハー加熱用セラミックスヒーター

2. 特許請求の範囲

1. セラミックス基盤の内部に抵抗発熱体を埋設してなり、このセラミックス基盤の一方の側にウェハー加熱面が設けられ、前記抵抗発熱体に電気的に接続される端子がウェハー加熱面以外に埋設されている半導体ウェハー加熱用セラミックスヒーターであって、

前記ウェハー加熱面側のセラミックス基材の熱伝導率が、背面側のセラミックス基材の熱伝導率よりも大きい半導体ウェハー加熱用セラミックスヒーター。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、プラズマCVD、流注CVD、プラズマエッチング、光エッチング装置等に使用される半導体ウェハー加熱装置に関するものである。

(従来の技術及びその問題点)

スーパークリーン状態を必要とする半導体製造用装置では、デポジション用ガス、エッチング用ガス、クリーニング用ガスとして塩素系ガス、弗素系ガス等の腐食性ガスが使用されている。このため、ウェハーをこれらの腐食性ガスに接触させた状態で加熱するための加熱装置として、抵抗発熱体の表面をステンレススチール、インコネル等の金属により被覆した従来のヒーターを使用すると、これらのガスの曝露によって、塩化物、酸化物、弗化物等の粒系数 $\mu m$ の、好ましくないパーティクルが発生する。

そこでデポジション用ガス等に曝露される容器の外側に赤外線ランプを設置し、容器外壁に赤外線透過窓を設け、グラファイト等の耐食性良好な材質からなる被加熱体に赤外線を放射し、被加熱体の上面に置かれたウェハーを加熱する、間接加熱方式のウェハー加熱装置が開発されている。ところがこの方式のものは、直接加熱式のものに比較して熱損失が大きいこと、温度上昇に時間がかかること、赤外線透過窓へのCVD膜の付着によ

り赤外線透過が次第に妨げられ、赤外線透過窓で熱吸収が生じて窓が加熱すること等の問題があった。

(発明に至る経過)

上記の問題を解決するため、本発明者等は、新たに円盤状の緻密質セラミックス内に抵抗発熱体を埋設し、このセラミックスヒーターをグラファイトのケースに保持した加熱装置について検討した。その結果この加熱装置は、上述のような問題点を一掃した極めて優れた装置であることが判明した。

しかし、特に、半導体製造装置では、例えば最高1100℃までの高温で半導体ウエハーを加熱する。そして、円盤状基体の側面からの輻射は、絶対温度Kの4乗に比例するため非常に大きく、ウエハー加熱面の内周と外周部とで温度勾配が生じ易い。しかも、半導体ウエハーに例えばCVD法による膜堆積を行なう場合など、気相熱化学反応によって膜堆積を行なうので、ウエハー加熱面を均熱化できないとヒーターとして使用できなくなる。

前記ウエハー加熱面側のセラミックス基材の熱伝導率が、背面側のセラミックス基材の熱伝導率よりも大きい半導体ウエハー加熱用セラミックスヒーターに係るものである。

(実施例)

最初に本発明の半導体ウエハー加熱用セラミックスヒーターの使用状態の一例について説明しておく。

第2図において、19は半導体製造用熱CVDに使用される容器、1はその内部のケース14に取付けられた半導体ウエハー加熱用セラミックスヒーターであり、その大きさは例えば4〜8インチとしてウエハーを設置可能なサイズとしておく。

容器19の内部にはガス供給孔17から熱CVD用のガスが供給され、吸引孔18から真空ポンプにより内部のガスが排出される。セラミックスヒーター1の中央及び端部にはケーブル8を介して外部から電力が供給され、このセラミックスヒーター1を例えば1100℃程度に加熱することができる。15はケース14の上面を覆う水冷ジャケット20付の

この一方、ウエハー加熱面と反対側の背面側からケースへの熱の逃げが比較的大きく、ヒーターの熱効率に悪影響を与えるという問題もある。

セラミックス基盤はフランジに固定されているため、セラミックス基盤の外周部ではフランジへの伝熱により熱損が生じ、中心部に較べて温度が低く、熱衝撃により破壊することがあった。また、端子埋設部は円形の穴が生じているため、キリカギ効果により集中的に破壊することがあった。

本発明の課題は、金属ヒーターの場合のような汚染や、間接加熱方式の場合のような熱効率の悪化等の問題を生じず、しかもウエハー加熱面の均熱性を良好にできるような半導体ウエハー加熱用セラミックスヒーターを提供することである。

本発明は、セラミックス基盤の内部に抵抗発熱体を埋設してなり、このセラミックス基盤の一方の側にウエハー加熱面が設けられ、前記抵抗発熱体に電気的に接続される端子がウエハー加熱面以外に埋設されている半導体ウエハー加熱用セラミックスヒーターであって、

フランジであり、Oリング16により容器19の側壁との間がシールされ、容器19の天井面を構成している。また、セラミックスヒーター1の背面4側に、中空シース10が取り付けられ、この中空シース10の内側空間に熱電対13が収容、固定されている。

第1図は、第2図において半導体ウエハー加熱用セラミックスヒーター1付近を拡大して示す断面図である。

このセラミックスヒーター1は、緻密質セラミックスからなる円盤基体内部に、タングステン系等の抵抗発熱体5を渦巻状に埋設したものである。

そして、抵抗発熱体5の埋設箇所を境として、ウエハー加熱面3側のセラミックス基材2Aの材質と、背面4側の基材2Bの材質とを変える。基材2Bには、中空シース10の先端部分を接合層9を介して接合すると共に、円盤状セラミックスヒーター1の中央部及び端部において、例えば直方体状の塊状端子6を埋設する。この塊状端子6は、図示しない耐熱金属線を介して、抵抗発熱体5へと電

氣的に接続されている。電力供給用のケーブル8の端部には、例えばタングステン、モリブデン等の高融点金属からなる電極棒7が接続され、この電極棒7が塊状端子6に対して結合又は接合されている。

そして、セラミックス基材2Aの熱伝導率をセラミックス基材2Bの熱伝導率よりも大きくした。

こうした半導体ウエハー加熱用セラミックスヒーター1によれば、緻密質セラミックス基材2A、2Bの内部に抵抗発熱体5を埋設してあるので、半導体製造装置内部の汚染や、間接加熱方式の場合における熱効率の悪化の問題を解決できる。

しかも、抵抗発熱体5の埋設位置でセラミックス基材の材質を変えたことが重要である。即ち、ウエハー加熱面3側のセラミックス基材2Aの熱伝導率を基材2Bのそれよりも高くしたことにより、セラミックスヒーターの径方向への熱伝導性が良くなり、温度が低下する傾向のあるウエハー加熱面の周縁部へと向って熱を伝え易いので、ウエハー加熱面の温度勾配を小さくすることができる。

熱面3をクリーニングする際には、真空雰囲気中にクリーニングガスを導入することからヒーター周辺の圧力変化が大きく(例えば $10^{-4}$ Torrから50 Torr)、従ってクリーニングガスの流入によりヒーターから熱が急激に奪われる。この際、上記のようにセラミックス基材2Aの径方向の熱伝導率を良好にすることにより、径方向へと速やかに伝熱することができるので、ヒーター温度の降下から回復までの応答時間を短くできる。

セラミックス基材は、デポジション用ガスの吸着を防止するために緻密体である必要があり、吸水率が0.01%以下の材質が好ましい。また機械的応力は加わらないものの、常温から1100℃までの加熱と冷却に耐えることのできる耐熱衝撃性が求められる。これらの点から高温における強度の高いセラミックスである窒化珪素焼結体、サイアロン等を用いることが好ましい。

また、半導体製造装置においてはアルカリ土類金属の侵入を防ぐ必要があり、セラミックス基材の焼結助剤としてはマグネシウム等のアルカリ土

そして、これと同時に、背面側のセラミックス基材2Bの熱伝導率を相対的に小さくしたことにより、背面4側への熱伝導による熱損失を小さくし、供給電力に対する熱効率をその分向上させることができる。

第1図において、セラミックスヒーター1を作製するには、セラミックス材料へと抵抗発熱体5を埋設した状態でホットプレス(HP)法で焼結する。従って、第1図において厚み方向へと加圧するため、HPにおいて、径方向と厚み方向とでは粒成長の度合いが異なるので、セラミックス基材2A、2Bにおいて、径方向と厚み方向とでは物理的性質に異方性がある。例えば、セラミックス基材2Aが、イットリア及びイッテルビウムを焼結助剤として含有する窒化珪素である場合、例えば径方向の熱伝導率を $41\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、厚み方向の熱伝導率を $35\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ とできる。このように、セラミックス基材2Aの径方向の熱伝導率を厚み方向の熱伝導率よりも大きくすることにより、ウエハー加熱面3の温度分布は一層良くなる。更にまた、ウエハー加

熱金属は使用しないことが好ましく、イットリア、アルミナ、イッテルビウム系が好ましい。

セラミックス基材内部に埋設される抵抗発熱体5は、容器内の腐食性雰囲気に曝されないように、セラミックス基材中に気密に埋設されている必要がある。更に、抵抗発熱体5の材質としては、高融点であり、しかも窒化珪素との密着性に優れたタングステン、モリブデン、白金等を使用することが適当である。抵抗発熱体としては、線材、薄いシート状等の形態のものが用いられる。

ウエハー加熱面3は平滑面とすることが好ましく、特にウエハー加熱面3にウエハーを直接セットする場合には、平面度を $500\mu\text{m}$ 以下としてウエハーの裏面へのデポジション用ガスの侵入を防止する必要がある。

なお、膜状の抵抗発熱体を印刷によって形成すると、プレス成形し易く、プレス成形時に膜状の抵抗発熱体が歪みにくい。従って、製品毎に同一のパターンを成形によるバラツキ無しに形成でき、温度分布の差を少なくできる。また、印刷により

パターンを形成するので、螺旋状の発熱体にくらべて一層緻密なパターンを形成することが可能である。更に、セラミックス基材の外周付近にも膜状の抵抗発熱体を形成しても、セラミックス基材に無理な応力がかからないので、クラックが生じにくい。

更に、セラミックス基材2A、2Bとして窒化珪素を用いる場合、セラミックス基材2Aの方に高熱伝導性の窒化珪素を使用すると好ましい。具体的には、本出願人が特願平2-11780号明細書に記載したように、セラミックス基材2Aの方に、アルミニウム量が $Al_2O_3$ に換算して0.3重量%以下である窒化珪素を用いることが好ましい。これは、窒化珪素焼結体中の $Al_2$ 成分が多いと、窒化珪素粒子内にアルミニウムが固溶し、低熱伝導のサイアロンを生成するため、熱伝導特性を低下させるためである。そのため、窒化珪素焼結体中のアルミニウム量を $Al_2O_3$ に換算して0.3重量%以下とすると、このような熱伝導特性の低下を防止できるため好ましい。この一方、セラミックス基材2Bにお

いては、アルミニウム量が $Al_2O_3$ に換算して焼結性を損なうことなく5~20重量%以下である窒化珪素を用いると、背面4側からの熱放散を抑制し易い。その上、窒化珪素焼結体中のアルミニウム量が増加すると、その強度も増大するので、塊状端子6とセラミックス基材2Bの熱膨張差により生ずる熱応力に充分耐えうる。

この場合において、セラミックス基材2Aを構成する窒化珪素の熱伝導率は $0.15 \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ 以上であることが好ましい。こうした窒化珪素を製造するためには、アルミニウム量が $Al_2O_3$ に換算して0.3重量%以下の窒化珪素原料を粉碎、混合、成形し、焼成することが好ましく、この粉碎、混合の際、窒化珪素製玉石を使用すると更に好ましい。

さらにまた、窒化珪素には、 $\alpha$ 、 $\beta$ 型の2種類があるが、 $\alpha$ 型は $\beta$ 型に比べ低熱伝導であるため、 $\beta$ 化率が高いほど高熱伝導となり、そのため窒化珪素が $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ であると好ましい。また、焼結助剤は、 $Y_2O_3$ 、 $Yb_2O_3$ 、 $SiC$ 、 $ZrO_2$ が好ましい。

なお、第1図において、セラミックス基材2Aに耐蝕性に優れた素地を用いれば、ウエハー加熱面3にクリーニングガス( $CF_4$ 、 $NF_3$ )が当たってもこれが腐食され難いので、ヒーター寿命を延ばすことができる。また、上記のような二層構造の他、セラミックスヒーターの基剤を三層以上の多層に分割することができ、更には明確な境界を設けずに、熱伝導率、熱膨張率をヒーター厚み方向へと向って傾斜的に徐々に変化させた傾斜構造を採用することもできる。

#### (発明の効果)

本発明に係る半導体ウエハー加熱用セラミックスヒーターによれば、セラミックス基盤の内部に抵抗発熱体を埋設してあるので、半導体製造装置内の汚染や、間接加熱方式の場合における熱効率の悪化の問題を解決できる。

そして、ウエハー加熱面側のセラミックス基材の熱伝導率を、背面側のセラミックス基材の熱伝導率よりも大きくしたので、温度が低下する傾向のあるウエハー加熱面の周縁部へと向って相対的

に伝熱し易い。従って、ウエハー加熱面の温度勾配を小さくすることができる。と同時に、背面側のセラミックス基材の熱伝導率を相対的に小さくしたことにより、背面側への熱伝導による熱損失を小さくでき、ヒーターの熱効率をその分向上させることができる。

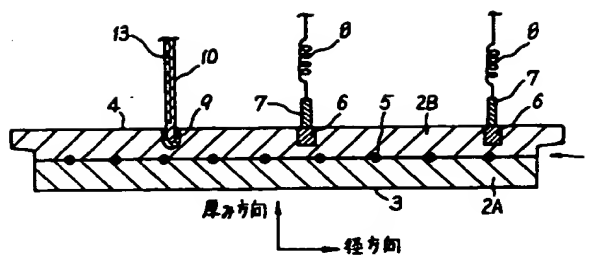
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例に係る半導体ウエハー加熱用セラミックスヒーターを示す断面図、

第2図は、第1図のヒーターを半導体製造装置に取り付けた状態を示す概略断面図である。

- 1…半導体ウエハー加熱用セラミックスヒーター
- 2A…ウエハー加熱面側のセラミックス基材
- 2B…背面側のセラミックス基材
- 3…ウエハー加熱面
- 4…背面
- 5…抵抗発熱体
- 6…高融点金属からなる塊状端子
- 7…電極
- 8…ケーブル
- 13…熱電対
- 14…ケース

第 1 圖



第 2 図

